

⑫ 公開特許公報(A)

昭64-73715

⑤ Int.Cl.⁴
H 01 L 21/203識別記号 庁内整理番号
7630-5F

④ 公開 昭和64年(1989)3月20日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全4頁)

⑬ 発明の名称 分子線結晶成長方法

⑰ 特 願 昭62-231807

⑱ 出 願 昭62(1987)9月16日

⑭ 発 明 者 齊 藤 淳 二 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社
内

⑯ 出 願 人 富士通株式会社 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

⑰ 代 理 人 弁理士 井 桁 貞一

明 細 書

1. 発明の名称

分子線結晶成長方法

2. 特許請求の範囲

分子線結晶成長法による第Ⅲ族元素と第Ⅴ族元素の化合物半導体結晶のエピタキシャル成長過程において、まず第Ⅲ族元素の線源のシャッターを開き、基板上に所定時間照射した後該シャッターを閉じ、次に第Ⅴ族元素の線源のシャッターを開き、基板上に所定時間照射した後該シャッターを閉じ、以下上記工程を繰り返すに際し、第Ⅴ族元素の線源のシャッターが閉じ、第Ⅲ族元素の線源のシャッターが開くまでの間に、水素ガスを基板表面に吹きつけ同時に排気することを特徴とする分子線結晶成長方法。

3. 発明の詳細な説明

(概要)

分子線結晶成長方法に係わり、特に第Ⅲ族元素

と第Ⅴ族元素の化合物半導体結晶のエピタキシャル成長方法に関し、

蒸気圧の異なる構成元素を交互にシャッターの開閉により加熱基板上に照射するに際して、シャッターを閉じた後に基板表面あるいはその近傍に残留している蒸気圧の高い構成元素を除去することを目的とし、

まず第Ⅲ族元素の線源のシャッターを開き、基板上に所定時間照射した後該シャッターを閉じ、次に第Ⅴ族元素の線源のシャッターを開き、基板上に所定時間照射した後該シャッターを閉じ、以下上記工程を繰り返すに際し、第Ⅴ族元素の線源のシャッターが閉じ、第Ⅲ族元素の線源のシャッターが開くまでの間に、水素ガスを基板表面に吹きつけ同時に排気する構成とする。

(産業上の利用分野)

本発明は化合物半導体の超薄膜結晶を制御性良く成長させる分子線結晶成長方法に関する。

〔従来の技術〕

近年、化合物半導体デバイスは超薄膜のエピタキシャル単結晶層を使って作製される傾向にある。

数Åから数十Åという非常に薄い単結晶層を多層成長する技術としては、単原子層エピタキシャル成長法 (Atomic Layer Epitaxy; ALE) や、Migration Enhanced Epitaxy (MEE) があげられる。これらの成長技術の特徴は、基板面内の横方向で原子層オーダーの平坦な面が得られ、原子層オーダーでの膜圧制御が容易なことである。

MEEは従来の分子線結晶成長 (MBE) 装置を使っても行われていた。GaAsのMEEを例にとりて説明すると、GaビームとAsビームをそれぞれのシャッター開閉により交互に、適当に加熱した基板の上に照射する方法で行われてきた。即ち、Asビームを断った状態でGaビームを基板上に照射し、続いてGaビームを断った状態でAsビームを基板上に照射することにより、基板上でGa原子或いはAs原子のMigrationを増大させ、基板面内の横方向で原子層オーダーの平坦な面を得ようとしていた。

〔発明が解決しようとする問題点〕

しかし、この方法では次のような問題が残されていた。

GaAsのようなⅢ族-Ⅴ族の化合物半導体の場合、第Ⅴ族元素の蒸気圧が高く過剰な供給が必要であり、加熱された基板表面からの第Ⅴ族元素の再蒸発、あるいは基板外の加熱部分例えば基板加熱ホルダー部分からの第Ⅴ族元素の再蒸発があり、As分子線源のシャッターを閉じたのみではAs元素の蒸気を基板表面から完全に除去することができなかった。このため、平坦な面を成長させることが困難であった。本発明はこの基板表面あるいは近傍にある余剰な第Ⅴ族元素を除去し、平坦な面を持続して成長させる方法を提供するものである。

〔問題点を解決するための手段〕

前記問題を解決するために、残留している余剰な第Ⅴ族元素を強制的に排気することが本発明のポイントである。

第1図は本発明の原理を説明するもので、第Ⅲ

族元素A及び第Ⅴ族元素Bから成る化合物半導体超薄膜結晶の成長過程を示す。

第1図(a)のようにAビームシャッター閉、Bシャッター開の状態では、第Ⅴ族元素Bが過剰に供給されるため、化合物半導体基板上には単原子層を形成するに必要以上のB原子が残ることになる。この過剰なB原子を除去するために、次の過程として第1図(b)のようにBビームシャッターを閉じた後、Aビームシャッターを開けてAビームを供給する前に、水素(H_2)ガスを粘性流に近い量基板表面に吹きつける。この水素ガスを排気することによって基板表面近傍の余剰B原子も同時に強制的に排除することができる。

〔作用〕

水素ガスと共に強制的にB原子を排除することにより、次にA原子を積むべき表面層を平坦にし、A原子単原子層を形成することができる。

かくして平坦な原子層をつぎつぎに積層して行くことができる。

〔実施例〕

以下、実施例によって本発明を詳細に説明する。第2図は本発明を実施するMBE装置の例を示す。高純度(99.999%)の水素(H_2)ガスを導入口1から導入し、流量計2および開閉バルブ3を経て、MBE成長室14に突き出た水素導入ノズル4へと導く。ノズル4は水素がGaAs基板6の表面に噴出するように向けられている。GaAsの成長は以下の手順で行われた。GaAs基板はAsビーム照射下で自然酸化膜を除去するため、一度600度C以上に加熱した後、成長温度400度Cまで下げた。成長はAs分子線源8のシャッター10を閉じ、Ga分子線源9のシャッター11を開けて開始された。Ga分子線を1原子層分照射した後、シャッター11を閉じ、次いでAs分子線源8のシャッター10を開いてAs分子線を照射した。続いてAs分子線のシャッター10を閉じて次に H_2 ガスをノズル4から基板6に吹きつけた。この時の一時的な成長室内の真空度は 10^{-4} Torr台であった。また、導

入した H_2 ガスはターボ分子ポンプ13を使って排気した。 H_2 ガスを約10秒吹きつけた後、開閉バルブ3を閉じた。次にGa分子線のシャッター11を開け再び1原子層分のGa原子を基板6に照射した。次に再びAs分子線シャッター10を開けてAs原子を供給し、約2秒で閉じた。この様にGa, As, 水素の順で供給をくり返してGaAsの成長を続けた。

単原子層の成長が続くことを確認するために、成長中に基板表面をRHEED振動により観測した。RHEED振動は基板表面が平坦で結晶性が良いほど減衰が少なく、表面が荒れてくると減衰が大きくなるものである。結晶成長が進み、膜厚が大きくなるにつれて減衰は大きくなるが、従来のGa分子線とAs分子線のシャッターの切り換えのみによって成長した場合に比べて、本発明の場合にはRHEED振動の減衰が半分以下に抑えられることがわかった。

(発明の効果)

- 7 は加熱ヒーター、
- 8 はAs分子線源、
- 9 はGa分子線源、
- 10 はAs分子線のシャッター、
- 11 はGa分子線のシャッター、
- 12 は油回転ポンプ、
- 13 はターボ分子ポンプ、
- 14 はMBE成長室である。

代理人 弁理士 井桁貞一



本発明により、単原子層毎の成長が従来のMBE技術による場合に比べて2倍以上の膜厚にわたって持続できる。また、本発明により超薄膜結晶を制御性よく成長できるようになった。

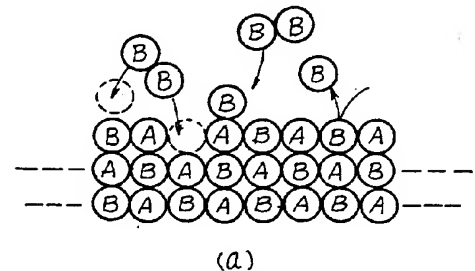
本発明の方法は第Ⅲ族元素と第Ⅴ族元素の化合物半導体結晶のエピタキシャル成長に適用できるだけでなく、蒸気圧の高い第Ⅵ族元素を含む第Ⅵ族元素と第Ⅱ族元素の化合物半導体結晶のエピタキシャル成長にも適用することができる。

4. 図面の簡単な説明

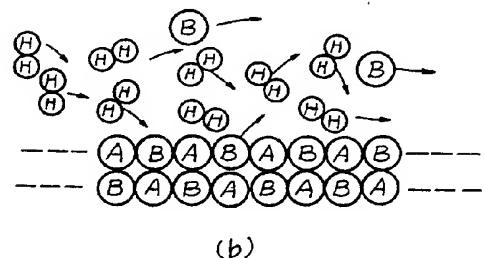
第1図は本発明の原理説明図、

第2図は本発明を実施する装置の例を示す。図において、

- 1 は水素ガス導入口、
- 2 は流量計、
- 3 は開閉バルブ、
- 4 は水素導入ノズル、
- 5 は液体窒素シュラウド、
- 6 はGaAs基板、



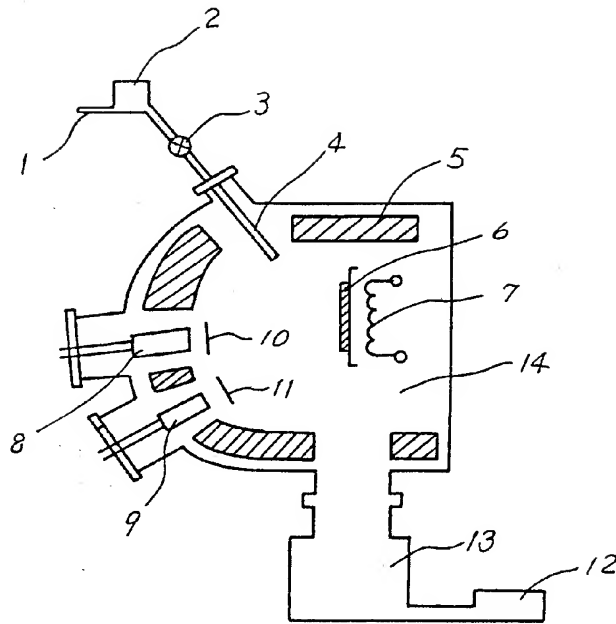
Aビームシャッター閉, Bビームシャッター開



Aビームシャッター閉, Bビームシャッター開
 H_2 ガス噴射状態

本発明の原理説明図

第 1 図



本発明を実施する装置の例

第 2 図